

Zerstörungsfrei und berührungslos: robotergestützte Schichtdickenmessung in der Fertigung

Mit der Terahertz-Technologie lassen sich auch Mehrschichtsysteme zerstörungsfrei und berührungslos messen. Der Einsatz im industriellen Umfeld erfordert jedoch eine robotergestützte Installation und zusätzliche Sensoren.

Jens Klier, Dr. Stefan Weber, Dr. Daniel Molter, Prof. Dr. Georg von Freymann, Dr. Joachim Jonuscheit

Zum Schutz oder zur Veredelung werden viele Werkstoffe gezielt beschichtet, wobei häufig mehrere Schichten nacheinander aufgetragen werden. Materialeinsatz und Funktionalität dieser Mehrschichtsysteme sind dabei zeitnah zu kontrollieren – im besten Fall bereits während des Auftragens. Dies erfordert ein Messsystem, das auch die Dicken der einzelnen Lagen des Mehrschichtsystems zerstörungsfrei, berührungslos und ohne Gefährdung des Benutzers ermitteln kann.

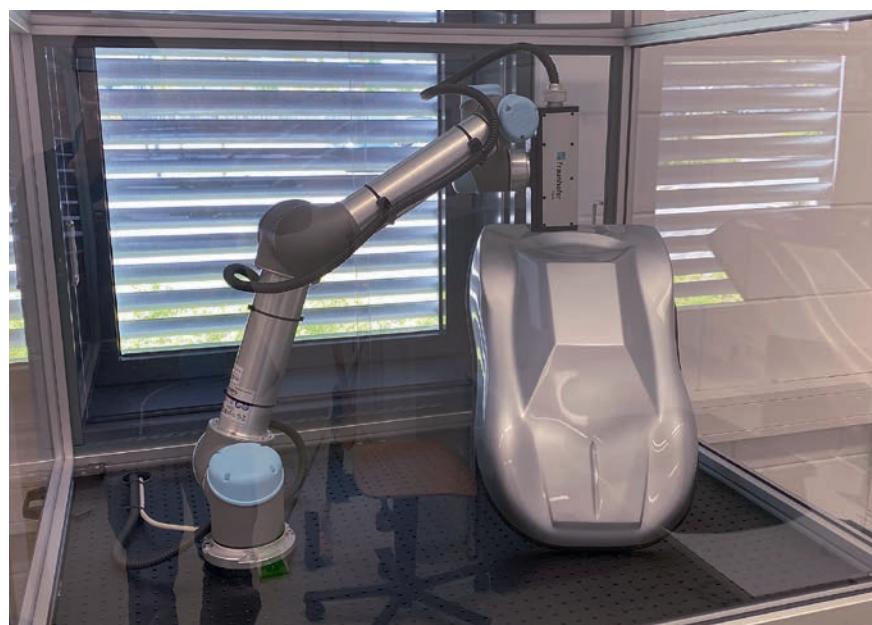
Eine sehr gute Lösung bietet hier die Terahertz-Technologie, an der die Abteilung „Materialcharakterisierung und -prüfung“ des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern forscht. Bei der Schichtdickenmessung mit Terahertz durchdringt der Terahertz-Strahl die Beschichtung und wird an den Stoffgrenzen zum Teil reflektiert. Aus der Laufzeit der Reflexionen errechnet sich die Schichtdicke. In zahlreichen Labortests konnte bewiesen werden,

dass sich auf diese Weise Mehrschichtsysteme im technisch interessanten Dickenbereich von 10 bis 200 µm zuverlässig vermessen lassen [1] [2]. Damit ist die Technik auch für den Einsatz im industriellen Umfeld interessant.

Hier ergeben sich allerdings größere Anforderungen als im Einsatz unter Laborbedingungen. So erfordert die Integration in den Produktionsprozess beispielsweise einen Sensor, der von einem Roboter positioniert werden kann, um Prüfprozesse automatisiert ablaufen zu lassen. Dafür können sowohl Standard-Industrieroboter als auch Cobots (Kollaborative Roboter) eingesetzt werden (Bild 1).

Zusätzliche Sensoren gleichen Schwankungen aus

Im kontinuierlichen Produktionsprozess gibt es zudem Lagetoleranzen, so dass sich die zu untersuchenden Werkstücke während der Messung nicht immer an derselben Position befinden. Hinzu kommt, dass viele Maschinen in einer Produktionshalle Vibrationen verursachen, die den Messprozess stören können. Um eine schnelle Prüfung zu ermöglichen, fährt der Roboter zügig die Messpositionen an und schwingt nach dem Stopps entsprechend nach. Aufgrund der Taktzeiten ist es allerdings nicht möglich, zu warten, bis der Roboter ausgeschwungen hat. Solche Störfaktoren können die aus der Messung errechneten Schichtdicken verfälschen. Um dies zu verhindern, wird



© Fraunhofer ITWM

Bild 1 > Die Integration der Terahertz-Technologie in den Produktionsprozess erfordert die Installation eines Sensors, der von einem Roboter beziehungsweise Cobot positioniert werden kann.

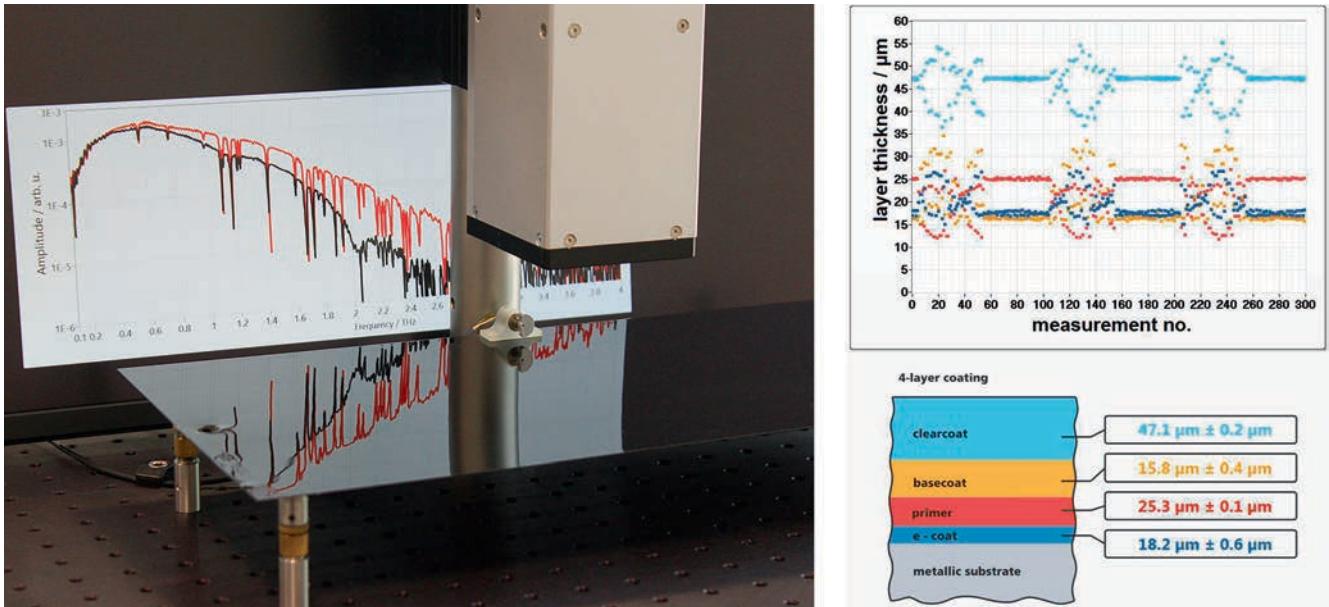


Bild 2 > Zur Demonstration der Wirksamkeit der Schwingungskorrektur wurde die Korrektur abwechselnd aus- und eingeschaltet. Während die Korrektur zu stabilen Ergebnissen führt, streuen die Ergebnisse der unkorrigierten Signale stark.

das Messsystem zunächst mit zusätzlicher Sensorik ausgestattet, die in erster Linie den Abstand zwischen Sensor und Messobjekt erfasst. Mit diesen neuen Informationen werden die gemessenen Signale korrigiert und anschließend für die Auswertung genutzt.

In einem beispielhaften Versuchsaufbau wurde ein lackiertes Stahlblech mittels Exzenter in Schwingung versetzt und die Signale sowohl mit als auch ohne Abstandskorrektur ausgewertet. Man erkennt deutlich, dass die Korrektur zu stabilen Ergebnissen führt, während die Ergebnisse der unkorrigierten Signale stark streuen (Bild 2). Auch in mehreren Feldversuchen in der Automobil- und Möbelindustrie konnte das Terahertz-System seine Einsatzfähigkeit bereits unter Beweis stellen.

Eigene Norm zur Terahertz-Schichtdickenmessung

Das Deutsche Institut für Normung (DIN) interessiert sich ebenfalls für die industriennahe Forschung aus Kaiserslautern: In seiner Richtlinie DIN 50996, die das Verfahren für die zerstörungsfreie Schicht-

dickenmessung von nicht-metallischen Beschichtungen mittels Zeitbereichsspektroskopie im Terahertz-Frequenzbereich festlegt, stützt sich das Normierungsinstitut auf Arbeiten aus dem Fraunhofer ITWM. Dass das Deutsche Institut für Normung nun eigens eine Norm zur Terahertz-Schichtdickenmessung veröffentlicht hat, unterstreicht die Wichtigkeit dieser Anwendung. //

Literaturhinweise

- [1] Dr. Joachim Jonuscheit, Lackinspektion mit Terahertz-Wellen - Zerstörungsfreie Mehrschichtanalyse, JOT 9/15, S. 62-64
- [2] Jens Klier, Dr. Stefan Weber, Dr. Daniel Molter, Prof. Dr. Georg von Freymann, Dr. Joachim Jonuscheit, Zerstörungsfreie Schichtdickenmessung an Nassfilmen, JOT 9/19, S. 110-113

Autoren

- Jens Klier**
- Dr. Stefan Weber**
- Dr. Daniel Molter**
- Prof. Dr. Georg von Freymann**
- Dr. Joachim Jonuscheit**

Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
Materialcharakterisierung und -prüfung
Kaiserslautern
joachim.jonuscheit@itwm.fraunhofer.de
www.itwm.fraunhofer.de

Das Fraunhofer ITWM ist Mitglied in der Fraunhofer Vision, einem Zusammenschluss von Fraunhofer-Instituten im Bereich der Bildverarbeitung und der optischen Mess- und Prüftechnik.